

高等教育学费标准探讨

【摘要】

本文针对高等教育学费标准问题，在对数据进行了初步处理和分析的基础上，建立了三个模型，讨论全面细致。

首先，我们建立了高等教育收费标准的定量综合评价模型。选取了四个指标来描述现行高校收费标准的不同效用，分别是培养费用分摊度指标，公平性指标，均值接近度指标，相对回报投入比指标。对每一种指标，给出了具体的计算公式，并且运用极差处理的方法和归一化的思想，对四个指标分别进行了处理。最后使用相对比较法，确定了各指标所占权重，加权求得了最终的学费合理性指数。对收费制度的评价细致全面。

其次，对贫困生的补助制度也是高等教育收费标准需要考虑的重要因素之一，我们建立了基于价格需求曲线的补助制度模型，通过高等教育的价格需求曲线，讨论了“一刀切”式单一定价造成的不公平情况，从而引出补助制度的必要性，进而研究了对高收入人群和低收入人群分别定价的情况，得出了补助额度与学费的浮动关系。并通过数据验证其可行性和合理性，从而为设立合理完善的补助制度提供参考。

在上述分析的基础上，我们有必要给出计算合理收费标准的方法。为此建立了成本分担比例模型来研究这个问题：我们运用经济学上的成本分担理论，对国家和个人应承担的教育成本比例进行了研究。首先对高校人均培养费用进行了估算，然后依据国家获得的纯公共收益最大，得出国家投资额表达式，进而推导出国家分担教育成本比例的计算方法，在对参数进行充分的获取和假设后，计算出了当前情况下的合理收费标准和分摊比例。此外，我们还对一般家庭和困难家庭接收高等教育的条件进行了分别的讨论。并且对所选参数的灵敏性进行了分析。

最后，我们把研究结果进行总结，以报告的形式向相关部门提出了具体建议。

关键词：多指标综合定量分析 学费合理性指数 归一化 价格需求曲线 成本分担

1 问题重述

高等教育的培养质量需要有相应的经费保障。教育经费在世界各国都由政府财政拨款、学校自筹、社会捐赠和学费收入等几部分组成。对适合接受高等教育的经济困难的学生，一般可通过贷款和学费减、免、补等方式获得资助，品学兼优者还能享受奖学金。学费问题涉及每一个大学生及其家庭，是一个敏感而又复杂的问题：过高的学费会使很多学生无力支付，过低的学费又使学校财力不足而无法保证质量。因此需要我们根据中国国情，通过分析国家生均拨款、培养费用、家庭收入等数据，建立数学模型对一些学校及专业的学费标准进行定量分析，得出有关学费标准的相应结论。

2 问题分析

根据社会公共产品理论，高等教育属于一种准公共产品，具有排他性和竞争性。政府，社会，受教育个人都直接或间接从高等教育中获得利益。根据谁获益谁付费的市场原则，政府，社会，个人都应当承担一定比例的高等教育成本。因此向受教育个人收取学费是合理的，即可以缓解高校的财政压力，也可以使其接收的教育质量得到相应的经费保证。但另一方面，居民的收入水平，又决定了其无法承担过高的教育成本比例。过高的学费将会导致低收入人群丧失接受高等教育的机会，或使其家庭背上沉重的经济负担。这就导致教育机会不公平现象的发生。因此，对高等教育收费标准的分析，要立足不同角度，对其各方面因素进行综合评价，才能得出正确的结论。

3 建模准备

3.1 数据收集与分析

3.1.1 我国城乡家庭户均收入分布

1)我国城镇家庭户均收入分布^[1]：表 1

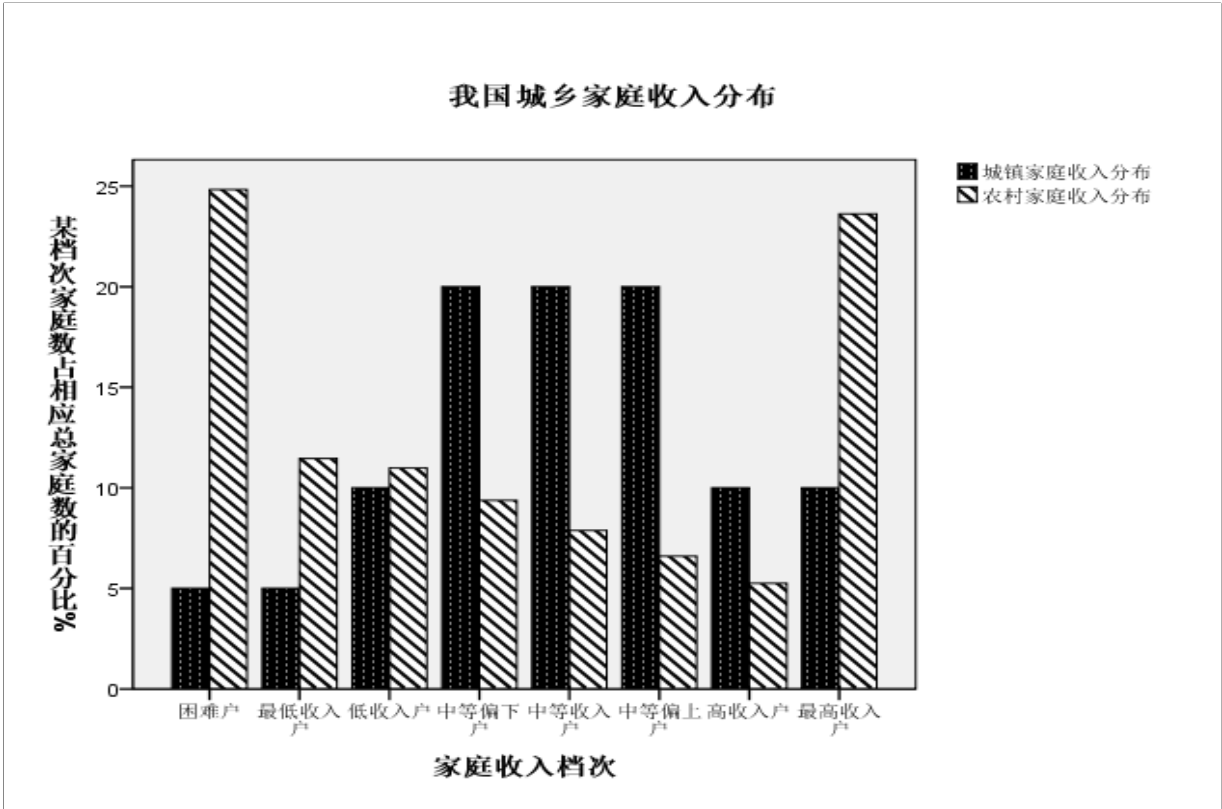
家庭收入档次 h		该档次家庭数占总户数比例 $r_{1,h}$	档次分界点家庭年均收入 $I_{1,h}$ (元)
1	困难户	5%	9388.02
2	最低收入户	5%	11614.11
3	低收入户	10%	17838.30
4	中等偏下户	20%	24311.19
5	中等收入户	20%	33156.15
6	中等偏上户	20%	45599.10

7	高收入户	10%	62098.89
8	最高收入户	10%	104503.20

2) 我国农村家庭户均收入分布^[1]: 表 2

家庭收入档次 h		该档次家庭数占总户数比例 $r_{2,h}$	档次分界点家庭年均收入 $I_{2,h}$ (元)
1	困难户	24.83%	6000
2	最低收入户	11.46%	6000-7500
3	低收入户	10.98%	9000
4	中等偏下户	9.38%	10500
5	中等收入户	7.88%	12000
6	中等偏上户	6.60%	13500
7	高收入户	5.25%	15000
8	最高收入户	23.62%	30000

图 1: 我国城乡家庭收入分布图



3)不同大学不同专业学费及其毕业后半年薪金收入:表 3

学校	专业	学费 ^[4]	收入 ^[3]
----	----	-------------------	-------------------

清华大学	电子信息工程	5500	2500
南开大学	工商管理	4200	2000
华北科技学院	电力	3500	2000
大连理工学院	汉语言文学	3800	2427
东北大学	机械	4700	2200
大连理工学院	电子信息工程	5200	2500
大连海事	船舶	4600	2200
东北林业大学	哲学	3500	2452
哈尔滨工程大学	电子科学	4000	2500
哈尔滨工程大学	政治学	3300	2452
山东大学	电子	4300	2500
湖南大学	政治学	4500	2452
华北电力大学	电力	5000	2000
吉林大学	法学	4500	2000
四川大学	数学	4900	2000
石河子大学	政治学	3100	2452
塔里木大学	机械	3500	2200
东北师范大学	软件	9800	2500

4) 国家高等教育拨款^[5]：表 4

国家高等教育拨款总投入	25502370.8 万元
在校本科生人数	17388441
在校研究生人数	1104653
合计	18493094
高等教育生均拨款 f	13790.2 元

5) 其他重要数据：

生源比例^[8]：农村 $p_1=34.9\%$ ，城镇 $p_2=65\%$

高等教育平均学费^[2] $P_a=5000$

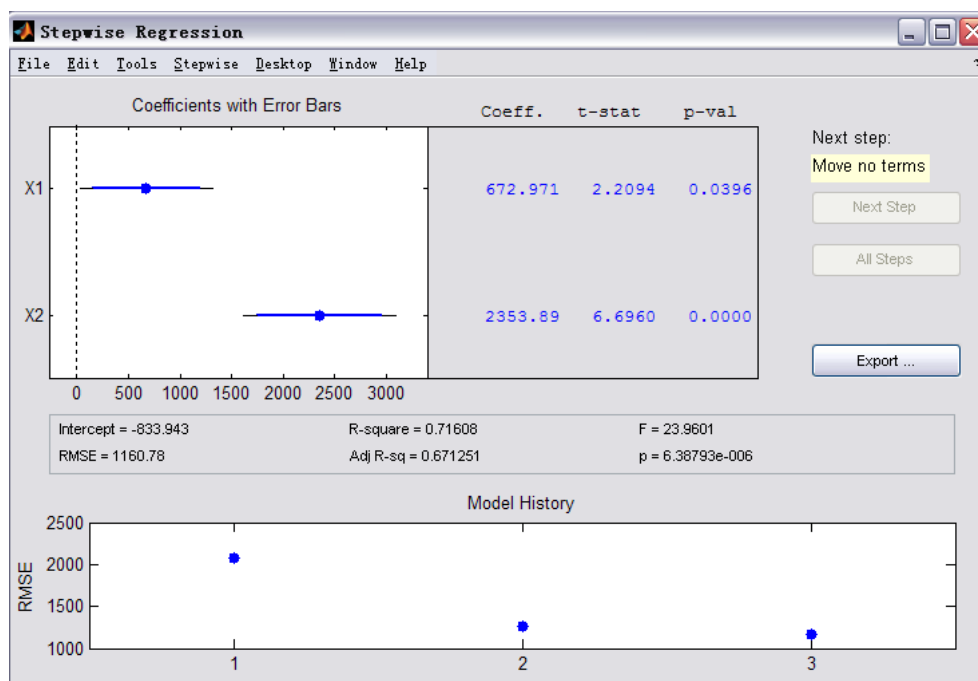
3.2 不同学校、地域、专业的学费数据的初步分析

选取 22 所典型高校专业的学费数据进行分析。首先，有必要了解学费的变化规律。影响学费多少的因素有很多，如学校类别，所处地域，专业类别等。我们注意到，我国高校收费具有“一刀切”的特点，由于我们主要研究的是公立高校，一本和二本的学费差异不大。但是高校所处的地域不同，专业不同，学费的差异仍然比较明显。因此，我们主要考察不同地域和专业对学费的影响。

按照各地经济发展程度，消费水平等把全国各城市分为欠发达地区，中等发达地区，

发达地区。并设该地区的经济发展程度为 a ，分别取值 1、2、3 代表上述三类地区。按照专业的投入成本和就业前景，把专业分为文科，理工，艺术三类。并认为它们具有不同的学费水平 b ，分别取值为 1、2、3，代表上述三种专业。依据上述指标，我们可把高校学费类型划分为 3×3 种，用坐标 (a_i, b_i) 来表示其具体情况。

利用所选的学费数据，做学费 P 关于地域 a 和专业 b 的逐步线性拟合，运用 matlab 中的 `stepwise` 命令，得到如下结果：



公式为： $P = 672.97a + 2353.89b - 833.943$ ，统计量： p 值等于 $6.38e-6$ 远远小于 0.05。
R-square=0.71，表示 71% 的学费 P 可由模型预测。以上检验量表示拟合效果良好。

由拟合结果可知，不同地区的学费平均相差 672.97 元，三类不同专业的学费平均相差 2353.8 元。由此可知，影响学费的最主要因素是专业，高校所处地区也对学费有显著影响。

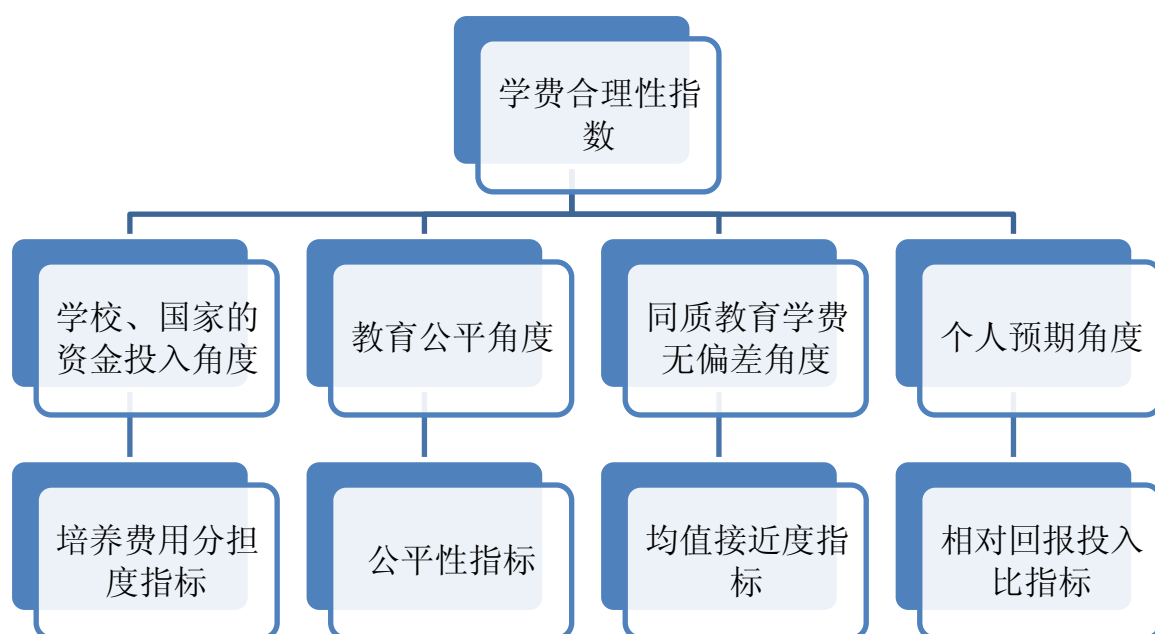
各种模式的平均学费为:表 5

地域	文科	理工科	艺术
欠发达地区	3100	3650	6850
中等发达地区	3933	4550	8000
发达地区	4033	4750	8400

4 模型一 学费合理性的多指标综合评价模型

高等教育学费的合理性不仅体现在家庭对大学生培养经费的分担，教育的公平性，还体现在学费在不同专业、学校、地域间的差异性。另外，不同专业的投入回报比也在一定程度上体现了学费标准的合理性。

运用多指标综合评价模型，从不同的角度建立不同的指标评价学费标准的合理性，从而的到一个既能从侧重点评价其学费，又能从整体反映其合理性的模型。



通过对某一具体研究对象 P_i 建立分别体现分担程度、公平性、差异性、回报性四个指标，分别标准化后进行加权处理的到学费合理性指数这一单一指标。

4.1 符号说明

符号	说明
P_i	第 i 个研究对象的学费
T	学费合理性指数
$I_{j,h}$	$j=1,2$, 分别表示城镇居民与农村居民家庭属于第 h 档次的临界收入
N_j	$j=1,2$, 分别表示城镇居民与农村居民总家庭户数
$N_j(P_i)$	$j=1,2$ 分别表示城镇居民与农村居民中能够承担学费 P_i 的家庭户数
$r_{j,h}$	$j=1,2$, 分别表示城镇与农村家庭中属于第 h 档次的家庭数占总户数的比例

C_0	我国高校人才生均培养成本
f	国家高等教育生均拨款
P_a	我国高校平均学费
w_i	第 i 个对象对应的毕业半年后平均收入
X_{1i}	第 i 个研究对象的培养经费分担度指标
X_{2i}	第 i 个研究对象的公平性指标
X_{3i}	第 i 个研究对象的均值接近度指标
X_{4i}	第 i 个研究对象的相对回报比投入指标
(a_i, b_i)	第 i 个研究对象的学费类型
S	某高校在校生人数
q_{kj}	相对比较法赋权时指标 X_{ki} 对 X_{ji} 的评分
Q	学费合理性综合评价时指标的权重矩阵
X_i	$X_i = [X_{1i}, X_{2i}, X_{3i}, X_{4i}]$ 综合评价学费合理性的指标向量
$\bar{P}(a_i, b_i)$	(a_i, b_i) 培养模式下的平均学费
p_j	$j=1, 2$, 分别表示高校中城镇生源与农村生源占在校总人数比例
u_i	学费合理性综合评价各指标的权重

4.2 模型假设

- 1) 考虑到我国现今高等教育经费主要由国家拨款和学费组成，社会捐赠等其他资金只占很少的部分，将其忽略 $C_0 = f + P_a$ 。
- 2) 在每个家庭收入档次内，家庭数是平均分布的。
- 3) 不考虑各专业就业率导致的个人收益差别。
- 4) 不考虑助学贷款等对贫困学生的补助措施。
- 5) 假设每个家庭平均有三个家庭成员，其中只有一个学生。

4.3 模型建立

4.3.1 建立评价指标

1) 学费对培养经费的分担比例指标 X_{1i}

考虑到家庭能够接受的学费占家庭总收入比例的平均水平为 30%，利用我国城乡家庭收入分布数据，表 1 和表 2，针对某一具体学费 P_i 可以计算出能够承担该学费金额的

家庭数 $N_1(P_i)$ 、 $N_2(P_i)$ 。 $\frac{p_1 \bullet S}{N_1}$ 、 $\frac{p_2 \bullet S}{N_2}$ 分别为通过高考招生制度能够进入高校的城镇

人数比例与农村人数比例， $N_1(P_i) \times \frac{p_1 \bullet S}{N_1} + N_2(P_i) \times \frac{p_2 \bullet S}{N_2}$ 为进入高校并且能够独立支

付学费的人数。高等教育中学费对培养经费的分担比例为：

$$x_{1i} = \frac{\left[N_1(P_i) \times \frac{p_1 \bullet S}{N_1} + N_2(P_i) \times \frac{p_2 \bullet S}{N_2} \right] \times P_i}{S \times C_0} = \left[p_1 \times \frac{N_1(P_i)}{N_1} + p_2 \times \frac{N_2(P_i)}{N_2} \right] \times \frac{P_i}{C_0}$$

在求比例 $\frac{N_j(P_i)}{N_j}$ 时，根据我国城乡家庭年户均收入分布构造分段线性化函数：

$$\frac{N_j(P_i)}{N_j} = 1 - \sum_{m=0}^{h-1} r_{j,m} - \frac{\frac{P_i}{I_{j,h}} - I_{j,h-1}}{I_{j,h} - I_{j,h-1}} \times r_{j,h};$$

其中 $h=1,2,\dots,8; j=1,2; I_{j,0}=0, r_{j,0}=0$

得到 x_{1i} 后，利用 Matlab 编程，令学费 P_i 在 $[0, 30000]$ 以 0.1 为间隔变化，搜寻 x_{1i} 最大值 $\max(x_{1i})=0.1698$ ，计算出的所有 x_{1i} 值，并将其归一化。

$$X_{1,i} = \frac{x_{1i}}{\max(x_{1i})}, X_{1,i} \in [0,1]$$

2) 公平性指标 X_{2i}

我们以能够承担学费的上学人数与在校总人数比例作为衡量学费公平性的指标 X_{2i} ， X_{2i} 越大，说明能够承担学费的人数比例越大，因贫困而导致可能辍学的人数比例就会越小，体现了教育公平。

$$x_{2i} = p_1 \times \frac{N_1(P_i)}{N_1} + p_2 \times \frac{N_2(P_i)}{N_2}$$

3)均值接近度指标 X_{3i}

选取一定高校和专业的学费样本，按照建模准备中针对不同学校不同地域不同专业学费数据进行处理分类方法，将其分别划分到相应的模式中，对每一种模式计算出其学费的均值 $\bar{P}(a_i, b_i)$ ，作为我们进行对比的标准。设当前计算的学费为 P_i ，其学费类型为 (a_i, b_i) 。则某一学费数据与该模式平均水平的符合程度指标 X_{3i} 为：

$$X_{3,i} = 1 - \frac{|P - \bar{P}(a_i, b_i)|}{\bar{P}(a_i, b_i)}, \quad i=1, 2, \dots$$

X_{3i} 反映了研究对象与同类平均收费标准的接近程度，越接近 1，则越趋于平均水平。

4)相对回报投入比指标 X_{4i}

选取不同大学不同专业学费及其毕业后半年薪金收入的样本数据，分别计算某一研究对象的相对收入与相对学费比，即在这一相互比较的总体中的相对回报投入比：

$$x_{4i} = \frac{\frac{w_i}{\sum w_i}}{\frac{P_i}{\sum P_i}}, \quad i=1, 2, \dots$$

对 x_{4i} ，考虑到它属于越大越好型指标，利用极差法标准化：

$$X_{4,i} = \frac{x_{4i} - \min(x_{4i})}{\max(x_{4i}) - \min(x_{4i})}, \quad X_{4,i} \in [0, 1]$$

4.3.2 相对比较法赋权并进行综合评价

针对 4 个评价指标，设三级比例标度两两相对比较评分的分值为 q_{ij} ，则标度值及其含义如下：

$$q_{kj} = \begin{cases} 1 & \dots\dots\dots X_{ki} \text{ 比 } X_{ji} \text{ 重要} \\ 0.5 & \dots\dots\dots X_{ki} \text{ 和 } X_{ji} \text{ 同等重要} \\ 0 & \dots\dots\dots X_{ki} \text{ 没有 } X_{ji} \text{ 重要} \end{cases}, \quad k, j=1, 2, 3, 4, \text{ 且 } q_{ii}=0.5, q_{ij}+q_{ji}=1$$

评分构成的矩阵 $Q=(q_{ij})_{4 \times 4}$ 。则指标 x_{ji} 的权重系数 u_j 为：

$$u_k = \frac{\sum_{j=1}^4 q_{kj}}{\sum_{k=1}^4 \sum_{j=1}^4 q_{kj}}$$

考虑到高等教育事关高素质人才培养、对国家创新能力提升有重要影响，为了让适合接受高等教育的不会因为学费原因而失去接受深造，使高等教育作为准公共产品在其学费上体现更高的教育公平性，认为 $q_{21}=1$ 。学费对培养经费的承担是学费高低是否合适的重要标准。所以 $q_{13}=1$ ， $q_{14}=1$ ，而 $q_{43}=1$ 。

根据相对比较法的传递性，得到评分矩阵

$$Q = \begin{bmatrix} 0.5 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0.5 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0.5 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{按行相加}} \begin{bmatrix} 2.5 \\ 3.5 \\ 0.5 \\ 1.5 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{归一化}} \begin{bmatrix} 0.3125 \\ 0.4375 \\ 0.0625 \\ 0.1875 \end{bmatrix}$$

由此，可以得到学费合理性指数为 $T=X*Q$ 。

4.4 模型求解与结果分析

根据收集到的不同学校不同专业的学费以及毕业后半年内的工资收入的数据，表 6，利用模型一的方法，编程计算，可以得到各研究对象相应的 4 个指标值与学费合理性指数，见表 7：

表 6

学校	专业	学费	毕业半年后收入	培养模式
清华大学	电子信息工程	5500	2500	(3, 2)
南开大学	工商管理	4200	2000	(3, 2)
华北科技学院	电力	3500	2000	(1, 2)

大连理工学院	汉语言文学	3800	2427	(3, 1)
东北大学	机械	4700	2200	(3, 2)
大连理工学院	电子信息工程	5200	2500	(3, 2)
大连海事	船舶	4600	2200	(3, 2)
东北林业大学	哲学	3500	2452	(2, 1)
哈尔滨工程大学	电子科学	4000	2500	(2, 2)
哈尔滨工程大学	政治学	3300	2452	(2, 1)
山东大学	电子	4300	2500	(3, 2)
湖南大学	政治学	4500	2452	(2, 1)
华北电力大学	电力	5000	2000	(1, 2)
吉林大学	法学	4500	2000	(3, 1)
四川大学	数学	4900	2000	(2, 2)
石河子大学	政治学	3100	2452	(1, 1)
塔里木大学	机械	3500	2200	(1, 2)
东北师范大学	软件	9800	2500	(3, 2)

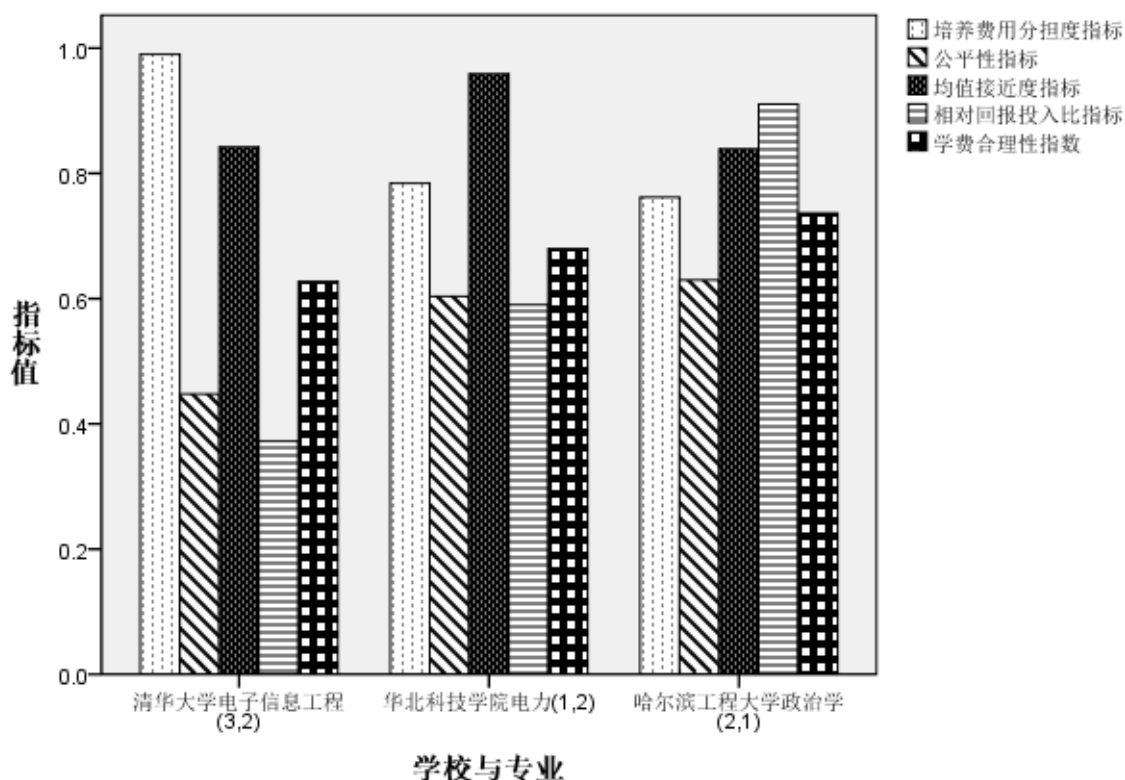
(续上表)

表 7

培养模式	培养费用分担 度指标	公平性指 标	均值接近度指 标	回报投入比指 标	合理性指 数
(3, 2)	0.9901	0.4475	0.8421	0.3722	0.6276
(3, 2)	0.8622	0.5304	0.8842	0.4126	0.6341
(1, 2)	0.7840	0.6035	0.9589	0.5903	0.6797
(3, 1)	0.8193	0.5702	0.9422	0.7158	0.6986
(3, 2)	0.9158	0.4931	0.9895	0.3975	0.6383
(3, 2)	0.9699	0.4667	0.9053	0.4211	0.6428
(3, 2)	0.9040	0.4984	0.9684	0.4164	0.6392
(2, 1)	0.7840	0.6035	0.8899	0.8313	0.7206
(2, 2)	0.8408	0.5490	0.8791	0.6903	0.6873
(2, 1)	0.7618	0.6296	0.8391	0.9105	0.7367
(3, 2)	0.8726	0.5215	0.9053	0.6089	0.6716
(2, 1)	0.8918	0.5037	0.8558	0.5408	0.6540
(1, 2)	0.9492	0.4772	0.6301	0.2704	0.5955
(3, 1)	0.8918	0.5037	0.8842	0.3533	0.6206
(2, 2)	0.9384	0.4825	0.9231	0.2856	0.6156
(1, 1)	0.6498	0.929	1.0000	1.0000	0.8594
(1, 2)	0.7103	0.899	0.9589	0.6969	0.8060
(3, 2)	0.9092	0.411	0.9800	0.0000	0.5252

从结果中挑取典型的三组数据做图，可以直观看出各项学费的各指标状况。

不同学校不同专业的学费合理性指数的综合评价



四个指标中，指标 1 和指标 2 是不依赖于选择的比较样本的。均值接近度与回报投入比则是相对于比较样本的平均水平的。

首先，根据 x_{1i} 的值可以求出学费收入对培养费用的分担比例 x_{1i} ， $x_{1i} = X_{1i} \times \max(x_{1i})$ 。在搜寻 $\max(x_{1i})$ 的过程中，发现 x_{1i} 的值随学费价格 P 增大而先增加后降低，在一段区间内恒定在最大值，如图 3，说明高校不可能通过提高学费价格来增加学费收入对培养费用的分担。学费价格在一定区间内才能保证学费对培养费用贡献最大。按照教育成本分担理论以及国际惯例，个人对生均教育成本的分摊比例不超过 25%。参照这个标准，学费收入对培养费用的承担不也应超过 25%。通过最大值搜索， $\max(x_{1i}) = 0.1698 < 0.25$ ，此时 P_i 变动区间为 $[5594.00, 6259.00]$ ，说明指标 1 的建立是合理的。

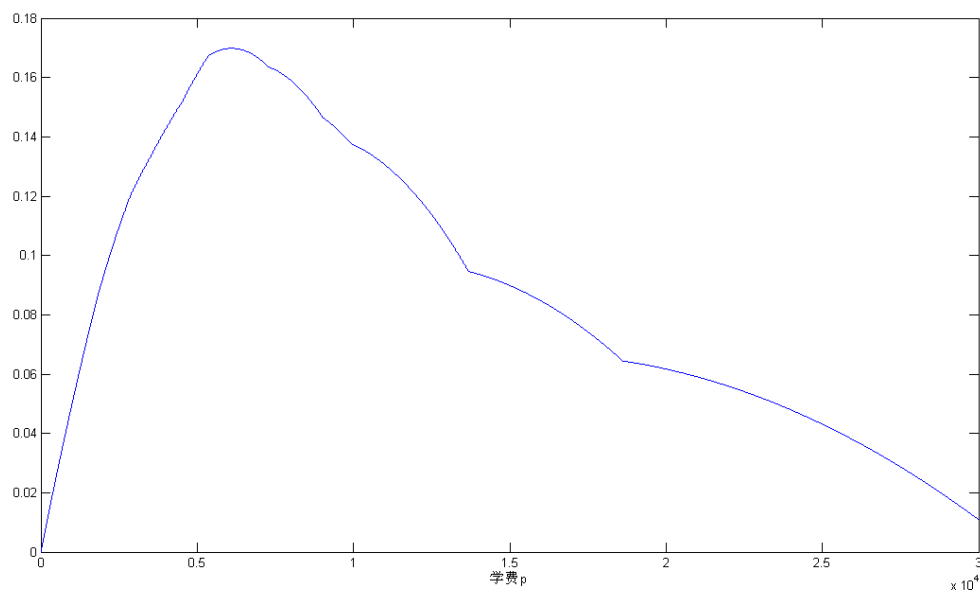


图 3

我们采用了同样的方法计算了只考虑城镇家庭收入分布的指标 1，得到 $\max(x_{1i})=0.2358<0.25$ ，此时 P_i 变动区间为 $[6431.00, 6690.00]$ 。对比考虑到城乡考生进入高校概率有较大差异的全面计算的结果，发现全面考虑城乡差异时学费收入对培养费用的分担明显降低。这主要是由于城乡收入差异和教育质量、招生制度等导致的教育不公平引起的。

设定指标 x_{1i} 的警戒阈值为 0.75，当 x_{1i} 低于 0.75 时，校方要考虑上调或下调现有学费，以降低学校、国家对高等教育资金投入的负担。

然后考虑公平性指标。国家统一规定每所高校贷款学生占在校生比例原则上不超过 20^[11]%，国家补助、减免学费比例则也不会超过 20%，勤工俭学、奖学金等比例更小。进行粗略估计，可知每所高校平均总资助小于在校人数的 40%，因此设定指标 x_{2i} 的警戒阈值为 0.6，当指标 2 的值小于 0.6 则说明学费过高，补助力度偏小。为保证教育公平，让适合高等教育的人都有机会进行深造，培养高素质人才，学校应适当降低学费或加大补助力度。

从求解结果中可以看出被评高校学费普遍偏高，补助力度不够。

指标 1 与指标 2 反映了研究对象学费的绝对合理性，均值接近度指标与相对回报投入比指标则反映了在相同学费类型下，其学费的相对合理性，可认为指标值低于 0.5 的对象学费标准有待改进。

5 模型二：基于价格需求关系的学费补助制度研究^[10]

5.1 建模分析:

通过模型 1 的分析, 我们可看出现今高等教育收费过高是一个不容忽视的问题。为了保障广大低收入家庭的学生享有受高等教育的权利, 确定科学合理的学费补助制度非常重要。因此, 我们借用市场上的供求关系和价格之间的相互影响, 来探讨对贫困生补助制度的合理性。

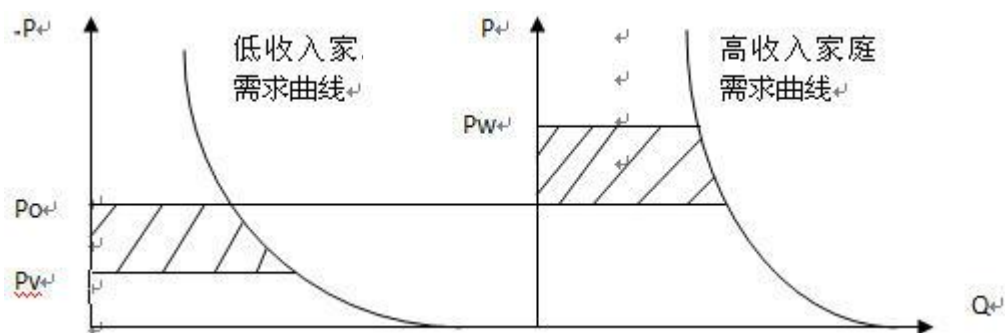
5.2 模型假设:

- 1) 当前一段时间内, 高校的招生人数保持稳定, 即考察时间段内, 高等教育的供给量保持不变。
- 2) 普通家庭对高等教育的需求-价格曲线符合市场经济的一般规则, 需求量随价格单调递减。
- 3) 对模型进行简化, 根据家庭收入水平, 笼统将家庭分为两类, 即高收入家庭和低收入家庭, 且认为同类家庭没有需求差异。

5.3 模型建立:

我们把家庭分为高收入家庭(平均的高等教育学费占家庭收入比例小于 20%)和低收入家庭。他们各自对应的教育需求弹性不同。根据下列图像说明, 首先, 高收入和低收入家庭的需求量随价格递减。而且对曲线上任何的价格 p , 均有低收入家庭的需求量小于高收入家庭的需求量。这表示对应任何的价格, 高收入家庭的需求量都要大于低收入家庭的需求量。

首先, 我们来研究统一的收费标准将造成怎样不公平的情况发生。

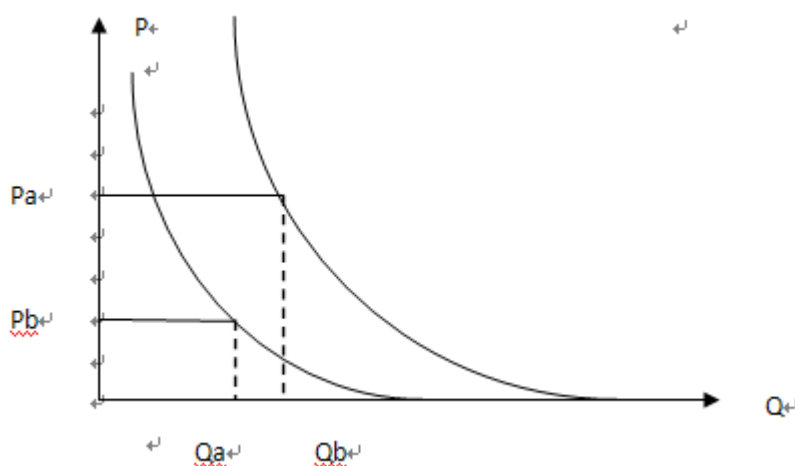


设 P_0 是高校制定的学费, P_w 和 P_v 分别是高收入家庭和低收入家庭对高等教育的预期收费。且有 $P_v < P_0 < P_w$, 这是因为低收入家庭财力有限, 他们对高等教育的价格预期比较低。而高收入家庭, 一方面支付能力比较强, 另一方面对高等教育的预期回报比较高, 因此愿意对高等教育投入更多的资金。

在这种情况下, 对于高收入家庭来说, 低于其预期的学费报价相当于对其进行了福利补偿, 相反对于低收入家庭来说, 其福利受到了损害。这种补偿和损害的效用可有图

中的阴影部分表示。也就是说，统一的学费标准会对高收入家庭给与补偿而损害了低收入家庭应得的福利。这就是不合理的收费制度，导致受教育的不公平现象发生。

由于低收入家庭无法负担起全部为学费和上述不公平的现象，需要高校对其进行补助。不妨假设对每名贫困同学平均补偿为 m 。这相当于对高收入家庭和低收入家庭收取不同的学费，不妨设为 P_a 和 P_b 。则有 $m = P_a - P_b$ ；我们设高收入和低收入家庭对高等教育的需求量分别为 Q_a 和 Q_b 。



依据学校的招生人数在一定的时间内保持不变的假设。高收入和低收入家庭的需求方程分别为：

$$\begin{cases} Q_A = f(P_A) \\ Q_B = g(P_B) \\ Q_A + Q_B = Q_0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} Q_0 \text{ 为当前提供的高等教育机会总数，即招生人数。其中，} f(P_a) \text{ 和} \\ g(P_b) \text{ 都是价格的递减函数。可推出：} f(P_A) = Q_0 - g(P_B) \text{。等式两边对 } P_A \text{ 求导，由复} \end{array}$$

合求导法则可得 $\frac{df}{dP_A} = -\frac{dg}{dP_B} \cdot \frac{dP_B}{dP_A}$ ，进而推出 $\frac{dP_B}{dP_A} = -\frac{\frac{dg}{dP_B}}{\frac{df}{dP_A}}$ ，由于 $\frac{dg}{dP_B} < 0$ ， $\frac{df}{dP_A} < 0$ 。可得 $\frac{dP_B}{dP_A} < 0$ ，即对低收入家庭的收费随对高收入家庭收费的增加而减少。也就是说，当高校的学费要涨价时，对低收入家庭的补助也要增加，而且补助的增加幅度应大于学费的涨价幅度。证明：假设 P_A 上涨 ΔP_A ， P_B 就应该下降 ΔP_B ，则 $\Delta m = \Delta P_B + \Delta P_A$ ，可得

$\frac{\Delta m}{\Delta P_A} = \frac{\Delta P_B + \Delta P_A}{\Delta P_A} > 1$ 。得出结论，对低收入家庭补助的变化幅度要大于学费的变化幅度才能有效的体现教育的公平性。

以上结论也可以从图像上得出。当学费增加时， Q_A 减少，则高收入家庭对高等教育的需求量减少。为了保证高等教育的招生规模，高校必须降低收入家庭的收费，从而使 $Q_A + Q_B = Q_0$ ；

以上就是基于价格需求关系的补助费用随学费的浮动准则。

5.4 对模型假设合理性的讨论：

值得注意的是，我们上面得出的结论建立在三条假设的基础上。这三条假设的合理性需要进一步探讨。首先，当前的现状是高等教育是卖方市场，供不应求，即使在价格偏高的情况下，招生人数总会得到满足。但是我们需要考虑的是，高等教育作为为国家选拔和培养人才的重要途径，其目标人群有一定的限定性。高等教育应该优先满足那些学习能力较强的人的需求，这部分人群可能因为过高的学费，而放弃了接受高等教育的机会。因此，对于这部分目标人群来说，他们对高等教育的需求随学费增高而递减的假设，是合理的。而对高校来说，虽然招生可以得到满足，但这是以牺牲生源质量为代价的，同样不符合高校发展的长远利益。因此，高校有必要给与那些学习能力强的贫困学生充足合理的补助。因此，本模型得出的结论是合理和有价值的。

5.5 实例求解：

某高校收费标准^[9]：

专 业	专业学费	学分学费	学分总和
1. 音乐表演专业	6000	3000	9000
2. 艺术类其他专业(含师范、非师范)	4000	3000	7000
3. 师范类专业	1000	3000	4000
4. 其他类专业	1400	3000	5400

专业	入学时间	性别	民族	补助金额
综合理科	2005	男	汉	2200
综合理科	2006	女	汉	2200
综合理科	2006	女	汉	2200
幼师	2005	女	汉	2000
幼师	2006	女	汉	2000
幼师	2006	女	汉	2000
教育学	2007	女	彝	2000
教育学	2007	女	汉	2000
教育学	2007	女	汉	2000
音乐学	2007	女	汉	3000
音乐学	2006	女	汉	3000
音乐学	2006	女	汉	3000
音乐学	2005	女	汉	3000
音乐学	2004	女	汉	3000

由上述数据可以看出：同一专业的补助费用基本相同，下面计算各专业学费和补助费用的差值。

	学费	补助费用	差值
综合理科	5400	2200	3200
幼师	4000	2000	2000
教育学	5400	2000	3400
音乐学	9000	3000	6000

有上表的结果可以看出，虽然该校的补偿制度体现了高学费，高补偿的特点，但补助金额幅度依然偏小，按照模型的理论，学费越贵，学费与补助费用的差值应该越小。只有这样才能真正吸引低收入家庭的优秀学生，从而体现一定的社会公平性。

5.6 模型评价

本模型因为只考虑了补助费用，具有一定的片面性，现实生活中，学校可以通过提供贷款和勤工俭学岗位等方式来补助贫困学生。但模型揭示出的当前高校提供的补助费用偏少的结果仍具有一定的参考价值。

6 模型三 高等教育成本分担比例模型^[5]

由模型一和模型二的分析可知，当前的高校收费制度存在着较多问题。因此，如何制定科学合理的学费标准尤为重要。我们利用经济学上比较成熟的成本分担理论，对这个问题进行了研究。高等教育成本分担比例是指高等教育成本分担主体所承担的高等教育成本份额。依据谁受益，谁付费的市场原则，国家和个人都应承担一定比例的教育成本。本模型根据准公共产品价格理论，结合成本、收益和分担能力，对各分担主体所承担的份额分配进行了比较和讨论，给出了一种合理学费标准的计算方法。根据现有资料数据，计算出当前情况下，国家和个人的教育成本分担比例，和较合理的平均学杂费。从而对国家现阶段教育投入和家庭分担程度，以及现行收费体制给出评价。此外，我们还对所选用的参数进行了灵敏性分析，结果有一定的准确性和参考价值。

6.1 模型构建：

高等教育具备准公共产品的基本特征，是公益性的准公共产品，有排他性和一定的竞争性，收益的私人性和外溢性并存，且正外部性十分明显。高等教育的收益者是社会（主要通过政府）、企业及个人，他们都应成为分担主体。我们按照准公共产品价格形成与优化理论、成本收益理论考虑分担能力进行数理分析。

6.2 模型假设：

- (1) 成本分担主体为家庭（个人）和国家（除个人外其他分担主体均由国家代表），即只将分担主体分为个人与非个人。
- (2) 设定高等教育成本为狭义的高等教育成本。
- (3) 只考虑一个学生接受高等教育的成本分担情况，即研究对象仅针对某一学生。
- (4) 成本认为由分担主体预先从收益中拨出
- (5) 学生成本按 4 年本科计算

6.3 符号说明：

y_1 : 一个学生接受高等教育后产生的公共收益（给国家社会带来的外溢收益）

y_2 : 私人收益，即给自己或家庭带来的收益，包括非物质收获

x_1 : 国家对学生的投入占该学生接受教育后产生公共收益 y_1 的比例

x_2 : 家庭对学生的投入占该学生接受教育后产生私人收益 y_2 的比例

E: 学生接受高等教育的成本

M1: 国家的分担成本（公共价格）

M2: 家庭的分担成本（私人价格）

N1: 国家获得的纯公共收益

N2: 家庭获得的纯私人收益

c1: 公共收益为 y_1 时国家支付的转换实现成本，即国家为学生搭建平台，提供物质条件，使人力资源转化为收益所消耗资源的总和。

c2: 私人收益为 y_2 时家庭支付的转换实现成本，即家庭为实现个人收益而必须满足的生活和工作条件，由家庭支付的成本。

a1: 公共收益 y_1 的转化效率，a1 越小，表示转化效率越高

a2: 私人收益 y_2 的转化效率，a2 越小，表示转化效率越高

m: 国家在一个学生高等教育上的最优教育投资额

k: 贫困家庭需要额外承担的代价指数，k 越大说明对应一定学费所需代价越高

w1: 国家分担高等教育成本的比例

w2: 家庭分担高等教育成本的比例

t: 折现率

n: 毕业后平均工作时间（年）

s: 国家收益率

6.4 国家投入分析

6.4.1 数学推导:

根据模型构建和简化，我们可得国家从一个学生的高等教育中可以获得纯公共收益 N_1 等于学生产生的公共收益 y_1 除去国家投入 $x_1 y_1$ 和国家转换实现成本 $a_1 y_1^2$ ，即：

$$N_1 = (1 - x_1) \times y_1 - a_1 y_1^2;$$

对上式求导并令导数为 0，得到：

$$N'_1 = (1 - x_1) - 2a_1y_1 = 0$$

推出 $y_1 = \frac{(1 - x_1)}{2a_1}$ ；此时 $N'_1 = -2a_1 < 0$ ，且 $N_1 = \frac{(1 - x_1)^2}{4a_1} > 0$ ，因此可以求出国家在一个学生高等教育上的最优教育投资额 m 为：

$$m = x_1y_1 = -2a_1y_1^2 + y_1；$$

对上式求导得 $m' = 1 - 4a_1y_1$ ；

则：当 $y_1 < \frac{1}{4a_1}$ 时， $m' > 0$ ， m 会随着 y_1 的增大而增加；

当 $y_1 > \frac{1}{4a_1}$ 时， $m' < 0$ ， m 会随着 y_1 的增大而减少；

这是因为随着 y_1 增大，由于 a_1 较大，导致转换实现成本 $c_1 = a_1y_1^2$ 巨大，此时会改变人才社会价值实现的效率，即在该情况下降低 a_1 比直接投资教育显得更为重要。当 $y_1 = \frac{1}{4a_1}$ 时， $m' = 0$ ，此时国家教育最大投资额为 $m_{\max} = \frac{1}{8a_1}$ 。显然 m_{\max} 是

a_1 的递减函数，即随着国家人才社会价值实现效率越来越高，也即国家人才转换实现成本越来越低时，国家的高等教育最大投资额也会越来越大，分大能力和分担比例也会更大。

6.4.2 模型的计算：

根据对我国高等教育总成本的分析发现，每一个在校大学生需要国家或社会投入建筑成本约 5 万元（教育部公布的数据），财政投入的预算内高等教育经费约 4 万元（含生均教育事业费和生均公用经费），个人的学杂费约 3 万元，按照 4 年本科计算，得到总共需要成本 $E=12$ 万元。

根据国外的权威资料显示，亚洲高等教育投资的社会收益率与个人收益率分别

是 13%与 18%^[6]，假设一个大学生毕业后可以平均工作 $n=43$ 年，折现率为 $t=4\%$ ^[6]。

一个大学毕业生平均一年的社会收益为成本与社会收益率的乘积，即：
 $y_{10} = E \times s = 12 \times 13\% = 1.56$ 万元。

根据折现率公式计算得一个大学生一生的外溢收益：

$$y_1 = E \times s \times \frac{(1+t)^n - 1}{t(1+t)^n} = 1.56 \times \frac{(1+0.04)^{43} - 1}{0.04(1+0.04)^{43}} = 1.56 \times 20.37077 = 31.77$$
 万元。

转换实现成本 c_1 的估算是一个非常复杂的理论与实际问题，它是一个大学生给国家带来总的外溢收益时需要国家支付转换实现成本总和减去一个高中毕业生给国家带来外溢收益时需要国家支付转换实现成本的剩余部分成本。但实际情况很复杂且多变，很难通过简单的计算得到较为满意的结果。因此，根据专家估算的数据进行讨论。

我们得到的转换实现成本 c_1 的值分别为 10 万元，9 万元，12 万元，7 万元，9 万元，13 万元等。根据实际情况选取较接近的平均估算结果 11 万元进行讨论。^[5]

国家承担的部分为：

$$m = x_1 y_1 = -2a_1 y_1^2 + y_1 = y_1 - 2c_1 = E \times s \times \frac{(1+t)^n - 1}{t(1+t)^n} - 2c_1 = 9.7784 \text{ 万元。}$$

国家分担高等教育成本的比例 $w_1 = \frac{m}{E} = \frac{9.7784}{12} = 81.49\%$ 。这是理论上得到的较合理的学生高等教育成本分担比例。而根据现在的国情，国家承担的高等教育成本比例不到 75%，可见，国家分担的成本少于最优比例，有一部分成本被转嫁到了出于高等教育成本分担被动地位的学生和家庭，使家庭分担的高等教育成本偏高。因此，针对现状，国家应适当的加大教育经费的投入。

我国教育经费在国民经济总收入中所占比例仍然较小。2001 年我国教育经费仅占国民生产总值（GNP）的 3.19%，而世界上教育经费占 GNP 的比例，发达国家平均为 5.1%，发展中国家平均为 4.1%，最不发达国家平均为 2.5%，我国远远低于世界平均水平^[7]。由此可见本模型的实用性和合理性。

6.4.3 灵敏性讨论：

对国家分担的成本 $m = E \times s \times \frac{(1+t)^n - 1}{t(1+t)^n} - 2c_1$ 涉及的参数折现率 t ，社会收益率 s 和国家的转换实现成本 c_1 进行灵敏性讨论。

让涉及的某一参数 x 上下浮动 10%，即现在的折现率 $x' = x(1 \pm 10\%)$ ，带入计算公式，得到对应结果 m' ，再利用公式 $b = \frac{m' - m}{m}$ 得到结果的对应变化率，与该参数 x 的浮动率作比，得到参数的灵敏度。

分别将折现率 t ，社会收益率 s 和国家的转换实现成本 c_1 按照上述方法计算灵敏性。上下浮动为 10% 对应国家承担成本 m 的浮动率见下表：

考察因素	变化情况	国家应承担成本变化情况
折现率	上浮 10%	-19.34%
	下浮 10%	21.39%
社会收益率	上浮 10%	-32.45%
	下浮 10%	32.55%
国家转换实现成本	上浮 10%	-20.47%
	下浮 10%	20.47%

由上表得到，参数社会收益率 s 的灵敏性最高。为了得到准确地分担主体高等教育成本分担比例，对社会收益率的准确性要求最高。

6.5 家庭投入分析

6.5.1 正常家庭经济条件下的分担分析：

当 $m < E$ 时，总的教育成本中剩下的那部分 $E - m$ 就需要家庭分担。这时我们得到家庭从高等教育中得到的净收益 N_2 的表达式：

$$N_2 = (1 - x_2)y_2 - a_2y_2^2 = y_2 - a_2y_2^2 - (E - m);$$

为了 $N_2 \geq 0$ ，可以推得分担基本条件为：

$$\begin{cases} \frac{1 - \sqrt{1 - 4a_2(E - m)}}{2a_2} \leq y_2 \leq \frac{1 + \sqrt{1 - 4a_2(E - m)}}{2a_2} \\ 1 - 4a_2(E - m) \geq 0 \end{cases}$$

可见，个人回报效率 a_2 和个人回报价值 y_2 需要满足一定范围。通过进一步分析我们发现， a_2 的值一般很小，即私人收益的转化率很高，因此人才的个人回报价值 y_2 需要满足的条件很宽松，这就解释了为什么只要家庭条件正常，子女就一般不会放弃接受高等教育的机会。

6.5.2 贫困家庭经济条件下的分担分析：

在家庭经济条件正常的情况下，由家庭承担的部分 $E - m$ 就比较容易。但是，一旦家庭存在经济困难，为了筹学费，需要到处借钱。这时，就存在高等教育家庭分担成本，包括物质成本和心理成本，而且他们随着贫困程度的增加而上升，甚至有个别家庭出现极端情况。因此，我们引入系数 k 作为贫困指数，以 $k(E - m)$ 作为贫困家庭的总成本，其中 $k > 1$ 且家庭越贫困 k 越高。

这时，家庭的净收益就降为：

$$N_2 = y_2 - a_2 y_2^2 - k(E - m);$$

由此推出的基本条件为：

$$\begin{cases} \frac{1 - \sqrt{1 - 4a_2 k(E - m)}}{2a_2} \leq y_2 \leq \frac{1 + \sqrt{1 - 4a_2 k(E - m)}}{2a_2} \\ 1 - 4a_2 k(E - m) \geq 0 \end{cases}$$

可见，由于 k 的引入，个人回报效率 a_2 和个人回报价值 y_2 必须满足更严格的要求。而个人回报净价值的空间很小，对于 k 较大，即较贫困的家庭来说，当 $1 - 4a_2 k(E - m) < 0$ 时，就不得不放弃接受高等教育的机会。这就导致了高等教育收费体制有失公平性。因此国家需要对贫困家庭进行一定补助，同时制定合适的学费，以减少由于贫困而放弃高等教育机会的现象。

6.5.3 模型计算：

个人需要承担的部分 $E-m=12-9.7784=2.2216$ 万元，家庭成本分担比例为 $1-81.94\%$ 。根据折现率公式可计算的一个学生每年的学杂费负担为：

$$A=(E-m)\times\frac{t(1+t)^4}{(1+t)^4-1}=2.2216\times\frac{0.04(1+0.04)^4}{(1+0.04)^4-1}=0.612 \text{ 万元}$$

从模型结果来看，一个

学生较合适的高等教育学杂费大约为 6120 元/年。学杂费是指包括学费书本费，体检费，住宿费等多项指标。现在高校的平均学杂费水平约为 7500 元/年左右。从近几年的数据分析来看，学生实际所负担的学杂费显然超过这一标准。

6.6 模型结论对比

由国家投入分析与家庭投入分析两个模型计算出的理论较优解与现状的数据进行比较，记录如下表：

	国家成本 分担费用(万 元)	国家成本 分担比例	家庭成本 分担费用(万 元)	家庭成本 分担比例
理 论 值	9.7784	0.8149	2.2216	0.1806
真 实 值	7.5160	0.6267	4.4800	0.3733

由上表数据对比明显可见，国家成本分担比例较少，需要加大非个人教育经费的投入，以减少个人成本分担的比例。

7 关于高等教育收费制度存在的问题和改进建议报告

根据社会公共产品理论，高等教育属于一种公益性的准公共产品，具有排他性和一定的竞争性，收益的私人性和外溢性并存，且正外部性十分明显。它既能给受教育本人带来收益，同时也给社会带来一定的影响。高等教育的收费标准是否合理，不仅关系到我们每个人的切身利益，也关系到社会稳定和国家的长远发展。

决定高等教育收费的因素主要有两个，一个是高等教育成本，一个是居民收入水平。

从成本分担的角度考虑，根据谁受益，谁付费的市场原则，高等教育的成本应由国家和个人共同承担。所以目前的收费制度有其合理性。我国高等教育成本分担遵循两个基本原则：一是能力原则，二是受益原则；即受益多的多分摊，能力强的多分摊。

从居民收入角度考虑，高等教育收费应使大多数家庭可以承担，同时生活质量不受显著影响。

从以上两个角度出发，根据我们的模型求解和分析结果，认为现行的高等教育收费定价制度存在以下问题：

1. 学费过高，大部分家庭无法承担。

我们在针对模型一计算高校收费公平性时发现，以现在高校学费的平均水平5000元为例，全国只有12.7%的家庭可以负担，其中城镇家庭有21.8%的家庭可以负担，而农村家庭只有5.6%的家庭可以负担得起。这样的话，高等教育就成为了奢侈品，损害了低收入人群受高等教育的权利，也造成了一定的社会不公平。

2. 国家投入教育资金不够，国家分担的教育成本比例偏低。

在模型三中，我们根据经济学上的成本分担理论对国家应承担的教育成本比例进行了估算，结果为81%，高于现在的75%。2001年我国教育经费仅占国民生产总值的3.19%，这个比例发达国家约为5.1%，发展中国家约为4.1%，可见我国的教育经费投入偏低。

3. 家庭高等教育分担比例有限，为保证高等教育质量，需要更多的国家拨款和社会集资。

通过研究，我们发现高学费会导致可承担起学费的人数减少，学费总额不一定会增加。就现在全国居民的收入水平而言，学杂费总收入占办学成本比例37%左右。而家庭能分担的成本比例是有限的，当高等教育成本进一步增加时，不可能一味将高出部分转嫁到个人分担成本上，只有通过国家拨款或社会筹资等其他途径才能弥补。

4. 对贫困生的补助不足。

在模型二中，我们针对贫困生的学费补助制度进行了研究。根据有关规定，学费的 10%用来补助贫困生。我们依据价格需求曲线的分析，得出结论：目前对贫困生的补助金额，仍不足以体现教育的公平性，尤其是高学费专业的补助金额尤其需要提高。

5. 学费设置“一刀切”，专业学费区别不够。

在对模型一进行数据处理时，我们发现，以理工类专业为例，各专业学费区别不大，但是各专业所对应的期望收入却大相径庭。因此专业学费的“一刀切”体制未能充分发挥价格的调节作用。价格机制是调节市场供给、需求，实现资源优化配置的重要机制。学费作为一种价格机制，在调节高等教育市场实现高等教育资源的优化配置与运用上具有其他方式不可替代的作用。对不同专业的学费标准细化，有利于解决专业过冷过热的问题。

6. 高等教育成本核算不明晰。

我们在处理数据时发现，高校办学成本核算方法存在较大争议，这导致学费标准制定的随意性和不合理性的重要原因。

基于上述问题，我们提出以下改进建议：

- 1、国家采用宏观调控对于学费进行一定控制，建立完备的学费制定体系。根据我们建立的模型可以求解得到对应于现在高等教育成本的较理想学费标准。相关部门可以根据这一数据制定一些政策指标，以保证学费根据一定的市场供求关系合理的在一定范围内浮动。从而使更多的人不会因为经济条件等原因而被迫放弃接受高等教育的机会。
- 2、政府应加大高等教育经费投入。根据现在国情，对比于各类国家的对应投入，我国目前的高等教育经费投入明显不足。由模型三结论，国家应承担更多地教育成本。再者，为了保证较好的高等教育质量，势必需要更多的经费投入。而家庭所能分担的成本是有限制的，余量增加空间较少，所以政府应加大对于高等教育经费的投入。
- 3、应加大对困难学生的补助额度，建立完善的补助体制。针对不同贫困程度的学生，应制定相应不同的补助措施。以达到更好的公平性原则。
- 4、建立、完善资助政策以及学费制定政策的告知制度。通过大众媒体以及招生简章等途径告知学生国家补助政策和学费制定政策等相关政策。
- 5、建立学费分类制定体系。针对不同的学校，不同的专业，由其未来期望收益确定出相应的学费，改变现金学费“一刀切”的不合理状况。
- 6、坚持对经济落后地区的投入倾斜政策，充分发挥宏观调控作用。对于经济落后地区在经费投入上给予一定的倾斜，以改善这些地区的办学条件，使各地区的教育得到均衡发展，使所有公民尽量获得均等的受教育机会。
- 7、建立明确的高等教育成本核算方法。做到合理化，透明化。以有效的防止学校乱收费。

根据我们建立的模型，以及对收集到的数据进行的定量分析，我们得到了以上若干高等教育学费标准存在的问题，由此，给出了部分建议，希望可以建立更加完善的学费标准制定体制，资源的分配利用最优化。

8 参考资料

- [1] 《中国统计年鉴》
http://yearbook.idoican.com.cn/zju/tjnj/catalog/catalogsearch_text.asp?c_cYearcode=X8husI/106DDDmBviuruVrgDJ5NimA%3D%3D, 2008 年 9 月 20 日
- [2] 《中国教育经费年鉴》
http://yearbook.idoican.com.cn/zju/tjnj/catalog/catalogsearch_text.asp?c_cYearcode=X8husI7x06DDDmBviuvuVrgDJ5NimA%3D%3D, 2008 年 9 月 20 日
- [3] 大学生毕业后半年个专业平均收入 <http://learning.sohu.com/s2007/dxsjy/> 搜狐网, 2008 年 9 月 20 日
- [4] 各学校各专业学费
http://news.xinhuanet.com/edu/2007-05/12/content_6085469.htm 新华网, 2008 年 9 月 20 日
- [5] 甘国华,《高等教育成本分担研究》, 上海, 上海财经大学出版社, 2007 年。
- [6] 各层次教育的社会收益与个人收益,
http://www.fjtu.com.cn/fjnu/courseware/0917/course/_source/web/lesson/char6/j3.htm. 2008 年 9 月 20 日
- [7] 李德传,《高等教育收费标准与居民支付能力的比较分析》, 河南科技 2006 年 8 月上, 11 页—12 页。
- [8] 覃文松,《从高校生源城乡比看中国教育的不公平》, 理工高教研究, 第 24 卷第 2 期, 19 页-21 页。
- [9] 2004 学费减免名单, <http://xsc.zjau.net.cn>, 2008 年 9 月 20 日
- [10] 宁泽逵 王征兵 《高等教育收费制的思考》 西北农林科技大学学报 2004 年 第 92 页到第 95 页
- [11] 周洪宇,《教育公平是和谐社会的基石》, 安徽, 安徽教育出版社, 2007 年

9 附录

附录（matlab 程序）：

1、建模准备阶段，需要搜索出的城镇与乡村对应指标 1 最大值：

```
p=0:30000;
```

```
f=p/0.3;
```

```
n=length(p);
```

```
bfc=zeros(size(f));
```

```
ac=[6000 7500 9000 10500 12000 13500 15000 30000];
```

```
a=[9388 11614.11 17838.3 24311.19 33156.15 45599.1 62098.89 104503.17];
```

```
for i=1:n
```

```
    if(f(i)>0&&f(i)<=a(1))
```

```
        bf(i)=1-f(i)/a(1)*0.05;
```

```
    elseif(f(i)>a(1)&&f(i)<=a(2))
```

```
        bf(i)=0.95-(f(i)-a(1))/(a(2)-a(1))*0.05;
```

```
    elseif(f(i)>a(2)&&f(i)<=a(3))
```

```
        bf(i)=0.9-(f(i)-a(2))/(a(3)-a(2))*0.1;
```

```
    elseif(f(i)>a(3)&&f(i)<=a(4))
```

```
        bf(i)=0.8-(f(i)-a(3))/(a(4)-a(3))*0.2;
```

```
    elseif(f(i)>a(4)&&f(i)<=a(5))
```

```
        bf(i)=0.6-(f(i)-a(4))/(a(5)-a(4))*0.2;
```

```
    elseif(f(i)>a(5)&&f(i)<=a(6))
```

```
        bf(i)=0.4-(f(i)-a(5))/(a(6)-a(5))*0.2;
```

```
    elseif(f(i)>a(6)&&f(i)<=a(7))
```

```

        bf(i)=0.2-(f(i)-a(6))/(a(7)-a(6))*0.1;

elseif(f(i)>a(7)&&f(i)<=a(8))

        bf(i)=0.1-(f(i)-a(7))/(a(8)-a(7))*0.1;

end

end

for i=1:n

    if(f(i)>0&&f(i)<=ac(1))

        bfc(i)=1-f(i)/ac(1)*0.2483;

    elseif(f(i)>ac(1)&&f(i)<=ac(2))

        bfc(i)=0.7517-(f(i)-ac(1))/(ac(2)-ac(1))*0.1146;

    elseif(f(i)>ac(2)&&f(i)<=ac(3))

        bfc(i)=0.6371-(f(i)-ac(2))/(ac(3)-ac(2))*0.1098;

    elseif(f(i)>ac(3)&&f(i)<=ac(4))

        bfc(i)=0.5273-(f(i)-ac(3))/(ac(4)-ac(3))*0.0938;

    elseif(f(i)>ac(4)&&f(i)<=ac(5))

        bfc(i)=0.4335-(f(i)-ac(4))/(ac(5)-ac(4))*0.0788;

    elseif(f(i)>ac(5)&&f(i)<=ac(6))

        bfc(i)=0.3547-(f(i)-ac(5))/(ac(6)-ac(5))*0.066;

    elseif(f(i)>ac(6)&&f(i)<=ac(7))

        bfc(i)=0.2887-(f(i)-ac(6))/(ac(7)-ac(6))*0.0525;

    elseif(f(i)>ac(7)&&f(i)<=ac(8))

        bfc(i)=0.2362-(f(i)-ac(7))/(ac(8)-ac(7))*0.2362;

```

end

end

ec0=(bfc.*p)/18790;

e0=(bf.*p)/18790;

em=max(e0);

ecm=max(ec0);

2、模型一的程序：

f=p/0.3;

n=length(p);

bf=zeros(size(f));

bfc=zeros(size(f));

ac=[6000 7500 9000 10500 12000 13500 15000 30000];

a=[9388 11614.11 17838.3 24311.19 33156.15 45599.1 62098.89 104503.17];

for i=1:n

if(f(i)>0&&f(i)<=a(1))

bf(i)=1-f(i)/a(1)*0.05;

elseif(f(i)>a(1)&&f(i)<=a(2))

```

        bf(i)=0.95-(f(i)-a(1))/(a(2)-a(1))*0.05;

elseif(f(i)>a(2)&&f(i)<=a(3))

        bf(i)=0.9-(f(i)-a(2))/(a(3)-a(2))*0.1;

elseif(f(i)>a(3)&&f(i)<=a(4))

        bf(i)=0.8-(f(i)-a(3))/(a(4)-a(3))*0.2;

elseif(f(i)>a(4)&&f(i)<=a(5))

        bf(i)=0.6-(f(i)-a(4))/(a(5)-a(4))*0.2;

elseif(f(i)>a(5)&&f(i)<=a(6))

        bf(i)=0.4-(f(i)-a(5))/(a(6)-a(5))*0.2;

elseif(f(i)>a(6)&&f(i)<=a(7))

        bf(i)=0.2-(f(i)-a(6))/(a(7)-a(6))*0.1;

elseif(f(i)>a(7)&&f(i)<=a(8))

        bf(i)=0.1-(f(i)-a(7))/(a(8)-a(7))*0.1;

end

end

for i=1:n

    if(f(i)>0&&f(i)<=ac(1))

        bfc(i)=1-f(i)/ac(1)*0.2483;

    elseif(f(i)>ac(1)&&f(i)<=ac(2))

        bfc(i)=0.7517-(f(i)-ac(1))/(ac(2)-ac(1))*0.1146;

    elseif(f(i)>ac(2)&&f(i)<=ac(3))

        bfc(i)=0.6371-(f(i)-ac(2))/(ac(3)-ac(2))*0.1098;

    elseif(f(i)>ac(3)&&f(i)<=ac(4))

```

```

        bfc(i)=0.5273-(f(i)-ac(3))/(ac(4)-ac(3))*0.0938;

elseif(f(i)>ac(4)&&f(i)<=ac(5))

        bfc(i)=0.4335-(f(i)-ac(4))/(ac(5)-ac(4))*0.0788;

elseif(f(i)>ac(5)&&f(i)<=ac(6))

        bfc(i)=0.3547-(f(i)-ac(5))/(ac(6)-ac(5))*0.066;

elseif(f(i)>ac(6)&&f(i)<=ac(7))

        bfc(i)=0.2887-(f(i)-ac(6))/(ac(7)-ac(6))*0.0525;

elseif(f(i)>ac(7)&&f(i)<=ac(8))

        bfc(i)=0.2362-(f(i)-ac(7))/(ac(8)-ac(7))*0.2362;

    end

end

e0=(bf.*p)/18790;

e1=e0/0.2358;

ec0=(bfc.*p)/18790;

ec1=ec0/0.0767;

e=e1*0.65+ec1*0.35;

bf2=0.439.*bf+0.561.*bfc;


m=length(c);

w=zeros(size(c));

w2=zeros(size(c));

sp=sum(p);

sc=sum(c);

```



```

for j=1:m
    w(j)=c(j)*sp/(sc*p(j));
end

maw=max(w);

miw=min(w);

for j=1:m
    w2(j)=(w(j)-miw)/(maw-miw);
end

```

```

d=[0.8421 0.8842 0.9589 0.9422 0.9895 0.9053 0.9684 0.8899 0.8791 0.8391 0.9053
0.8558 0.6301 0.8842 0.9231 1.0000 0.9589 0.9800];

```

```

h=[0.3125 0.4375 0.0625 0.1875];

```

```

for i=1:m;
    ws(i)=h(1)*e(i)+h(2)*bf2(i)+h(3)*d(i)+h(4)*w2(i);
end

```

其中指标 3 的程序见下（即上述程序中的 d 矩阵）：

```

b=zeros(1,9);

d=b;

for i=1:26;

    if x(i,1)==1

```

```
    if x(i,2)==1

        b(1)=b(1)+y(i);

        d(1)=d(1)+1;

    end

    if x(i,2)==2

        b(2)=b(2)+y(i);

        d(2)=d(2)+1;

    end

    if x(i,2)==3

        b(3)=b(3)+y(i);

        d(3)=d(3)+1;

    end

end

if x(i,1)==2

    if x(i,2)==1

        b(4)=b(4)+y(i);

        d(4)=d(4)+1;

    end

    if x(i,2)==2

        b(5)=b(5)+y(i);

        d(5)=d(5)+1;

    end

    if x(i,2)==3
```

```
        b(6)=b(6)+y(i);

        d(6)=d(6)+1;

    end

end

if x(i,1)==3

    if x(i,2)==1

        b(7)=b(7)+y(i);

        d(7)=d(7)+1;

    end

    if x(i,2)==2

        b(8)=b(8)+y(i);

        d(8)=d(8)+1;

    end

    if x(i,2)==3

        b(9)=b(9)+y(i);

        d(9)=d(9)+1;

    end

end

end

end
```